

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-050000

(43)Date of publication of application : 20.02.1998

(51)Int.Cl.

G11B 20/14

(21)Application number : 08-204670

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 02.08.1996

(72)Inventor : ITOI TETSUSHI

(54) DATA DETECTING AND REPRODUCING METHOD AND DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To minimize a bit error rate by performing a decision of data detection after adding a prescribed positive offset value to reproduced data before or after a level shifting to make the effect of a Viterbi decoding large.

SOLUTION: When a deviation from 'H' to 'L' is to be generated at a level change point where a level is shifted from 'H' to 'L', reproduced data are corrected by preliminarily deciding a prescribed value and by adding the value to the reproduced data. Moreover, when a deviation from 'L' to 'H' is to be generated at a level change point where a level is shifted from 'H' to 'L', reproduced data are corrected by preliminarily deciding a prescribed value and by adding the value to the reproduced data. Consequently, the output of the Viterbi decoding becomes to have no error.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.08.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3000938

[Date of registration] 12.11.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-50000

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月20日

| | | | | | |
|----------------------------|------|---------|------------|--------|---|
| (51) Int. Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 | |
| G11B 20/14 | 341 | 9463-5D | G11B 20/14 | 341 | B |

審査請求 有 請求項の数12 O L (全11頁)

(21) 出願番号 特願平8-204670

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月2日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 糸井 哲史

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

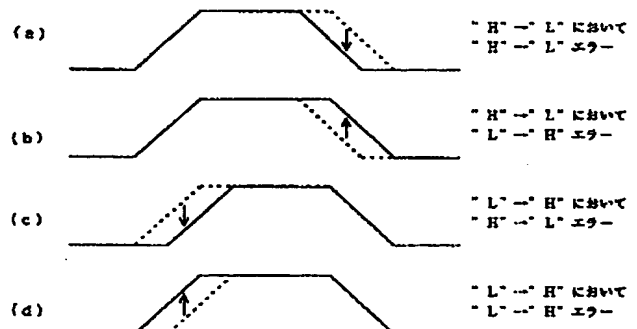
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 データ検出再生方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 媒体特性により特定方向に波形ずれが発生するとき、あらかじめその媒体特性により発生する波形ずれを考慮して復号を行うことにより、全体のエラーレートを改善する。

【解決手段】 再生データに対して、“H”レベルから“L”レベルに移行する変化点で“H”レベルから“L”レベルへの波形ずれが発生する記録再生系において、“H”レベルから“L”レベルへ移行することを検出して移行前後の再生データに所定の正のオフセット値を加算した後、データ検出判定を行うことによりその後のビタビ復号の効果を大きく発揮でき、ビットエラーレートを最小化する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】再生データに対して、“H”レベルから
“L”レベルへ移行する変化点で“H”レベルから
“L”レベルへのエラーが発生しやすい記録再生系に使

われるデータ検出再生方法において、
“H”レベルから“L”レベルへ移行することを検出し
て移行前後の再生データに所定の正のオフセット値を加
算した後、データ検出判定を行うことを特徴とするデー

タ検出再生方法。
【請求項 2】再生データに対して、“H”レベルから
“L”レベルへ移行する変化点で“L”レベルから
“H”レベルへのエラーが発生しやすい記録再生系に使

われるデータ検出再生方法において、
“H”レベルから“L”レベルへ移行することを検出し
て移行前後の再生データに所定の負のオフセット値を加
算した後、データ検出判定を行うことを特徴とするデー

タ検出再生方法。
【請求項 3】再生データに対して、“L”レベルから
“H”レベルへ移行する変化点で“H”レベルから
“L”レベルへのエラーが発生しやすい記録再生系に使

われるデータ検出再生方法において、
“L”レベルから“H”レベルへ移行することを検出し
て移行前後の再生データに所定の正のオフセット値を加
算した後、データ検出判定を行うことを特徴とするデー

タ検出再生方法。
【請求項 4】再生データに対して、“L”レベルから
“H”レベルへ移行する変化点で“L”レベルから
“H”レベルへのエラーが発生しやすい記録再生系に使

われるデータ検出再生方法において、
“L”レベルから“H”レベルへ移行することを検出し
て移行前後の再生データに所定の負のオフセット値を加
算した後、データ検出判定を行うことを特徴とするデー

タ検出再生方法。
【請求項 5】再生データを A/D 変換によりデジタル
化し、その結果に対して + レベルから - レベルへ、ま
た、- レベルから + レベルへ移行することを検出し、
“H”レベルから“L”レベルへのエラーが発生しやす

い記録再生系においては、移行前後の両再生データに対
して所定の正のオフセット値を加算し、
“L”レベルから“H”レベルへのエラーが発生しやす
い記録再生系においては、移行前後の両再生データに対
して所定の負のオフセット値を加算した後、データ検出

判定を行うことを特徴とする請求項 1、2、3 または 4
に記載のデータ検出再生方法。
【請求項 6】記録符号の特性を利用し、再生データに最
短記録波長を下回る反転間隔が出現したことを判断し、
“H”レベル側に出現したときは、“H”レベル側から
“L”レベル側へオフセットが発生していると判定して

全再生データに所定の正のオフセット値を加算し、
“L”レベル側に出現したときは、“L”レベル側から

“H”レベル側へオフセットが発生していると判定して
全再生データに所定の負のオフセット値を加算した後、
データ検出判定を行うことを特徴とするデータ検出再生
方法。

【請求項 7】再生データに対して、同方向のレベル移行
変換点で同方向のレベルへのエラーが発生しやすい記録
再生系に使われるデータ検出方法において、

記録符号から判定される最短記録波長を下回る反転間隔
が出現したことを検出し、このような反転間隔が出現し
ないように、このエラーが発生しやすいレベル移行変化
点で発生しやすいレベル方向の逆方向にオフセット値を
加算し、このオフセット値を保持し、その後同様にレベ
ルの移行変化点で同じオフセット値を加算し、かつそれ
でも記録符号から判定される最短記録波長を下回る反転
間隔が出現した場合、この最短記録波長を下回る反転間
隔が出現したことを検出し、最短記録波長を下回る反転
間隔が出現しないように、オフセット値を再度計算し、
そのオフセット値を加算してデータ検出判定を行うこと
を特徴とする請求項 1、2、3、4 または 6 に記載のデ
ータ検出再生方法を用いて制御することを特徴とするデ
ータ検出再生方法。

【請求項 8】記録符号の特性を利用し、再生データに最
長記録波長を上回る反転間隔が出現したことを判断し、
“H”レベル側に出現したときは、“L”レベル側から
“H”レベル側へオフセットが発生していると判定して
全再生データに所定の負のオフセット値を加算し、

“L”レベル側に出現したときは、“H”レベル側から
“L”レベル側へオフセットが発生していると判定して
全再生データに所定の正のオフセット値を加算した後、
データ検出判定を行うことを特徴とするデータ検出再生
方法。

【請求項 9】再生データに対して、同方向のレベル移行
変換点で同方向のレベルへのエラーが発生しやすい記録
再生系に使われるデータ検出方法において、

記録符号から判定される最短記録波長を上回る反転間隔
が出現したことを検出し、このような反転間隔が出現し
ないように、このエラーが発生しやすいレベル移行変化
点で発生しやすいレベル方向の逆方向にオフセット値を
加算し、このオフセット値を保持し、その後同様にレベ
ルの移行変化点で同じオフセット値を加算し、かつそれ
でも記録符号から判定される最長記録波長を上回る反転
間隔が出現した場合、最長記録波長を上回る反転間隔が
出現しないように、オフセット値を再度計算し、そのオ
フセット値を加算してデータ検出判定を行うことを特徴
とする請求項 1、2、3、4 または 8 に記載のデータ検
出再生方法を用いて制御することを特徴とするデータ検
出再生方法。

【請求項 10】デジタル記録されたデータを再生し、
再生信号を等化手段、復号手段を経て出力信号を出力す
るデータ検出再生装置において、

10

20

30

40

50

前記等化手段の再生データ出力が、“H”レベルから“L”レベル、または、“L”レベルから“H”レベルに移行する変化点を検出し、前記移行前後の再生データに対して予め定めておいたオフセット値を加算し、加算された再生データを前記復号手段に出力する波形成形手段を有することを特徴とするデータ検出再生装置。

【請求項11】記録符号の特性を利用し、再生データに最短記録波長を下回る反転間隔が出現したことを判断し、“H”レベル側に出現したときは、“H”レベル側から“L”レベル側へオフセットが発生していると判定して全再生データに所定の正のオフセット値を加算し、“L”レベル側に出現したときは、“L”レベル側から“H”レベル側へオフセットが発生していると判定して全再生データに所定の負のオフセット値を加算した後、データ検出判定を行うことを特徴とするデータ検出再生装置。

【請求項12】記録符号の特性を利用し、再生データに最長記録波長を上回る反転間隔が出現したことを判断し、“H”レベル側に出現したときは、“L”レベル側から“H”レベル側へオフセットが発生していると判定して全再生データに所定の負のオフセット値を加算し、“L”レベル側に出現したときは、“H”レベル側から“L”レベル側へオフセットが発生していると判定して全再生データに所定の正のオフセット値を加算した後、データ検出判定を行うことを特徴とするデータ検出再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル記録ディスク装置、デジタル記録VTR等のデジタルで記録されたデータのデータ検出再生方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、デジタル記録ディスク装置、デジタル記録VTR等では、データをそのまま記録せず、記録符号化した後に記録を行っていた。従来、代表的な記録符号として、1, 7符号、2, 7符号が知られている。

【0003】ここで、1, 7符号の符号変換表を図14に示す。2ビットのデータビットを3ビットのチャンネルビットに変換するか、あるいは、4ビットのデータビットを6ビットのチャンネルビットに変換した後、NRZI則で記録する。NRZI則とは、“1”で反転、“0”で非反転を行い記録するという規則である。1, 7符号の大きい特徴として、変換後“1”と“1”の間に“0”が1個以上7個以下存在するという特徴がある。

【0004】次に、2, 7符号の符号変換表を図15に示す。2ビットのデータビットを4ビットのチャンネルビットに変換するか、あるいは、3ビットのデータビ

ットを6ビットのチャンネルビットに変換するか、あるいは、4ビットのデータビットを8ビットのチャンネルビットに変換した後、NRZI則で記録する。2, 7符号の大きい特徴として、変換後“1”と“1”の間に“0”が2個以上7個以下存在するという特徴がある。

【0005】また従来、記録再生信号に対し、センタレベルを制御した後、ビタビ復号によりデータ検出を行う方法が提案されている。これは例えば、特開平6-325504号公報「光ディスク装置」に示されており、予め所定のリファレンスデータを記録しておき、その再生信号の最大値および最小値を検出して平均値レベルをセンタレベルに設定し、それを横切る再生データの平均値が0になるようデータにオフセット値を加える、またはそれを横切るデータを累積し、平均値が0になるようオフセット値を加えることにより、再生データのオフセットを低減した後、ビタビ復号を行うことが提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】現在、記録可能なデジタルディスクの一つとして相変化ディスクおよび装置がある。このディスクには、“結晶状態”と“アモルファス”状態が存在し、例えばデジタルデータ“H”を“結晶状態”に、“L”を“アモルファス状態”に対応させることで、デジタル記録を行うものである。

【0007】ところが、このデジタルディスクにデータの記録再生を行ったとき再生データは、“結晶状態”すなわち“H”から“アモルファス状態”すなわち“L”に移行するとき、“結晶状態”すなわち“H”であるべきデータが、“アモルファス状態”すなわち“L”側にずれ、その後ビタビ復号出力において度々エラーになるという問題点が発生している。相変化ディスク以外のディスク、あるいはテープ媒体においても、異なった方向における同様のエラーが発生することがある。

【0008】このようなエラーは最大値と最小値は変わらず、“H”から“L”への変化点でのみ“H”データが“L”側にずれる。従って、最大値と最小値によりセンタレベルを判定する前述した特開平6-325504号公報「光ディスク装置」に示された復号方法では効果を発揮することができない。

【0009】ここで、本発明の目的は、上述した課題を解決したものであって、媒体特性により特定方向に波形ずれが発生するとき、予めその媒体特性により発生する波形ずれを考慮して復号を行うことにより、全体のビットエラーレートを改善するデータ検出方法および装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決したものであって、再生データに対して“H”レベルから“L”レベルへ移行する変化点で“H”レベルから

“L”レベルへのエラーが発生しやすい記録再生系に使用されるデータ検出再生方法において、“H”レベルから“L”レベルへ移行することを検出して移行前後の再生データに所定の正のオフセット値を加算した後、データ検出判定を行うことにより、その後のビット復号の効果を大きく発揮でき、ビットエラーレートを最小化することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】ここで、本発明の一実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0012】図1に、再生データのエラーの発生パターンを示す。図1(a)は、再生データに対して、“H”レベルから“L”レベルへ移行する変化点で“H”レベルから“L”レベルへのずれが発生した状況と、図1(b)は、再生データに対して、“H”レベルから“L”レベルへ移行する変化点で“L”レベルから“H”レベルへのずれが発生した状況と、図1(c)は、再生データに対して、“L”レベルから“H”レベルへ移行する変化点で“H”レベルから“L”レベルへのずれが発生した状況と、図1(d)は、再生データに

対して、“L”レベルから“H”レベルへ移行する変化点で“L”レベルから“H”レベルへのずれが発生した状況を示す。

【0013】本実施の形態においては、再生等化方式としてパーシャルレスポンスPR(1, 1)等化方式に関して例を示す。

【0014】パーシャルレスポンスPR(1, 1)等化方式における記録再生を行うブロック図を図2に示す。記録符号化された入力信号a(t)は、記録信号b(t)としてディスク上に記録される。再生信号c(t)は、パーシャルレスポンスPR(1, 1)等化手段で等化出力d(t)となり、本発明より開示される波形成形手段、ビット復号を経て、ビット復号出力e(t)として再生される。

【0015】この記録再生を示した図2のブロック図における各信号のタイミングチャートを図3に示す。

【0016】入力信号a(t)が図3に示した信号であるとき、記録信号b(t)が、再生信号c(t)、等化出力d(t)の波形はそれぞれ図3に示した波形となり、ビット復号出力e(t)は図3に示した信号となる。

【0017】等化出力d(t)は図3に示したような3値信号となる。記録再生系にエラーがなければ、入力信号の極性変化に対してd(t) = “0”が得られ、入力信号の極性非変化に対して、d(t) = “+1”または“-1”が得られる。ここで、等化出力d(t)は、図2に示した波形成形手段において、以下の処理を行う。

【0018】“H”レベルから“L”レベルへ移行する変化点で“H”レベルから“L”レベルへのずれが発生する場合、例えば、“1”→“0”→“-1”と移行す

べきところを、“0.8”→“-0.2”→“-1”とずれが発生して移行する。そしてこのずれが大きくなり、例えば“0.45”→“-0.55”→“-1”のように、第1のデータ（この場合は、0.45）と第2のデータ（この場合は、-0.55）の絶対値の大きさが逆転したとき、後述するビット復号出力e(t)はエラーとなる。

【0019】そのような場合に予め所定の値を定めておき、その値を再生データに加算することによって再生データを補正する（ここでいう再生データとは、再生信号を再生等化した信号を指す）。例えば、正の値から負の値に移行したとき、その両者のデータ（第1のデータと第2のデータ）に例えば、0.1を加算する。従って、先の“0.45”→“-0.55”→“-1”のデータは、“0.55”→“-0.45”→“-1”となり、後述するビット復号出力はノーエラーとなる。

【0020】また、“H”レベルから“L”レベルへ移行する変化点で、“L”レベルから“H”レベルへのずれが発生する場合、例えば、“1”→“0”→“-1”と移行するところを、“1”→“0.2”→“-0.8”とずれが発生して移行する。そしてこのずれが大きくなり、“1”→“0.55”→“-0.45”のように、第2のデータ（この場合は、0.55）と、第3のデータ（この場合は、-0.45）の絶対値の大きさが逆転したとき、後述するビット復号はエラーとなる。

【0021】そのような場合に予め所定の値を定めておき、その値を再生データに加算することによって再生データを補正する。例えば、正の値から負の値に移行したとき、その両者のデータ（第2のデータと第3のデータ）に-0.1を加算する（0.1を減じる）。従って、先の“1”→“0.55”→“-0.45”のデータは、“1”→“0.45”→“-0.55”となり、後述するビット復号出力はノーエラーとなる。

【0022】また、“L”レベルから“H”レベルへ移行する変化点で、“H”レベルから“L”レベルへのずれが発生する場合、例えば、“-1”→“0”→“1”と移行するところを、“-1”→“-0.2”→“0.8”とずれが発生して移行する。そしてこのずれが大きくなり、“-1”→“-0.55”→“0.45”のように、第2のデータ（この場合は、-0.55）と、第3のデータ（この場合は、0.45）の絶対値の大きさが逆転したとき、後述するビット復号はエラーとなる。

【0023】そのような場合に予め所定の値を定めておき、その値を再生データに加算することによって再生データを補正する。例えば、負の値から正の値に移行したとき、その両者のデータ（第2のデータと第3のデータ）に0.1を加算する。従って、先の“-1”→“-0.55”→“0.45”のデータは、“-1”→“-0.45”→“0.55”となり、後述するビット復号出力はノーエラーとなる。

10

20

30

40

50

【0024】また、“L”レベルから“H”レベルへ移行する変化点で、“L”レベルから“H”レベルへのずれが発生する場合、例えば、“-1”→“0”→“1”と移行するところを、“-0.8”→“0.2”→“1”とずれを発生して移行する。そしてこのずれが大きくなり、“-0.45”→“0.55”→“1”のように、第1のデータ（この場合は、-0.45）と、第2のデータ（この場合は、0.55）の絶対値の大きさが逆転したとき、後述するビタビ復号はエラーとなる。

【0025】そのような場合に予め所定の値を定めておき、その値を再生データに加算することによって再生データを補正する。例えば、正の値から負の値に移行したとき、その両者のデータ（第1のデータと第2のデータ）に-0.1を加算する（0.1を減じる）。従って、先の“-0.45”→“0.55”→“1”のデータは、“-0.55”→“0.55”→“1”となり、後述するビタビ復号出力はノーエラーとなる。

【0026】次に、ビタビ復号について説明する。

【0027】ビタビ復号における状態遷移図を図4、トリレス線図を図5に示す。

【0028】再生の状態をS0、S1、S2、S3の4状態とし、S0で-1を入力したとき、S0へ推移し出力データを0とし、S0で0を入力したときS1へ推移し出力データを1とし、S1で1を入力したときS2へ推移し出力データを0とし、S2で1を入力したときS2へ推移し出力データを0とし、S2で0を入力したときS3へ推移し出力データを1とし、S3で-1を入力したときS0へ推移し出力データを0とし、この状態推移のルールに違反する入力があったとき、その違反の状態を検出し、違反ではない本来の状態を判定することによりビットエラー訂正を行い、ランダムエラーに対するエラーレートを改善する。

【0029】また、図4および図5において、分母をビタビ復号手段の入力、分子をビタビ復号手段の出力としている。

【0030】ここで、図7にある状態において、0が入力されるべきときに-1～1が入力される確立分布を示

す。この例においては分布を正規分布とする。

【0031】図7からS0→S1推移において、 Δy を検出する確率は、

【0032】

【数1】

$$P_{01} = \frac{\Delta y}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma^2}\right)$$

10 【0033】S2→S3推移において、 Δy を検出する確率は、

$P_{11} = P_{01}$

同様に計算して、S1→S2推移において Δy を検出する確率は、

【0034】

【数2】

$$P_{11} = \frac{\Delta y}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(y-1)^2}{2\sigma^2}\right)$$

20

【0035】S2→S2推移において、 Δy を検出する確率は、

$P_{11} = P_{11}$

S0→S0推移において、 Δy を検出する確率は、

【0036】

【数3】

$$P_{00} = \frac{\Delta y}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(y+1)^2}{2\sigma^2}\right)$$

30 【0037】S3→S0推移において、 Δy を検出する確率は、

$P_{10} = P_{00}$

となる。ここで、メトリックを確率の負の対数と定義すると、

【0038】

【数4】

$$-\log_e P_{01} = -\log_e P_{11} = \frac{y^2}{2\sigma^2} - \log_e \frac{\Delta y}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}$$

【0039】

【数5】

$$-\log_e P_{11} = -\log_e P_{11} = \frac{(y-1)^2}{2\sigma^2} - \log_e \frac{\Delta y}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}$$

【0040】

【数6】

$$-\log_e P_{00} = -\log_e P_{30} = \frac{(y+1)^2}{2\sigma^2} - \log_e \frac{\Delta y}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}$$

【0041】今後メトリックは、絶対値ではなく、長さの相対値を論ずるものとし、これらの対数値の和に一定値を加え、さらに一定値を乗じた後、比較を行う。この値をそれぞれ、 l_{00} , l_{01} , l_{11} , l_{12} , l_{13} , l_{30} とし、ブランチメトリックと定義する。ブランチメトリックはそれぞれ、 $l_{00}=y+0.5$, $l_{01}=0$, $l_{11}=-10$ と、

$$\begin{aligned} m_n(S3) &= m_{n-1}(S2) + l_{13} = m_{n-1}(S2) \\ m_n(S2) &= \min [m_{n-1}(S2) + l_{12}, m_{n-1}(S1) + l_{11}] \\ &= \min [m_{n-1}(S2) - y + 0.5, m_{n-1}(S1) - y + 0.5] \\ m_n(S1) &= m_{n-1}(S0) + l_{01} = m_{n-1}(S0) \\ m_n(S0) &= \min [m_{n-1}(S0) + l_{00}, m_{n-1}(S3) + l_{30}] \\ &= \min [m_{n-1}(S2) - y + 0.5, m_{n-1}(S1) + y + 0.5] \end{aligned}$$

となり、これらの式は以下のように展開できる。

【0043】マージ0

$m_{n-1}(S2) < m_{n-1}(S1)$ かつ $m_{n-1}(S0) < m_{n-1}(S3)$ のとき、

$$\begin{aligned} m_n(S3) &= m_{n-1}(S2) \\ m_n(S2) &= m_{n-1}(S2) - y + 0.5 \\ m_n(S1) &= m_{n-1}(S0) \\ m_n(S0) &= m_{n-1}(S0) + y + 0.5 \end{aligned}$$

となり、トリレス線図は、図8のようにになる。

【0044】マージ1

$m_{n-1}(S2) < m_{n-1}(S1)$ かつ $m_{n-1}(S0) \geq m_{n-1}(S3)$ のとき、

$$\begin{aligned} m_n(S3) &= m_{n-1}(S2) \\ m_n(S2) &= m_{n-1}(S2) - y + 0.5 \\ m_n(S1) &= m_{n-1}(S0) \\ m_n(S0) &= m_{n-1}(S3) + y + 0.5 \end{aligned}$$

となり、トリレス線図は、図9のようにになる。

【0045】マージ2

$m_{n-1}(S2) \geq m_{n-1}(S1)$ かつ $m_{n-1}(S0) < m_{n-1}(S3)$ のとき、

$$\begin{aligned} m_n(S3) &= m_{n-1}(S2) \\ m_n(S2) &= m_{n-1}(S1) - y + 0.5 \\ m_n(S1) &= m_{n-1}(S0) \\ m_n(S0) &= m_{n-1}(S0) + y + 0.5 \end{aligned}$$

となり、トリレス線図は、図10のようにになる。

【0046】マージ3

$m_{n-1}(S2) \geq m_{n-1}(S1)$ かつ $m_{n-1}(S0) \geq m_{n-1}(S3)$ のとき、

$$\begin{aligned} m_n(S3) &= m_{n-1}(S2) \\ m_n(S2) &= m_{n-1}(S1) - y + 0.5 \\ m_n(S1) &= m_{n-1}(S0) \\ m_n(S0) &= m_{n-1}(S3) + y + 0.5 \end{aligned}$$

$y+0.5$, $l_{12}=-y+0.5$, $l_{13}=0$, $l_{30}=y+0.5$ となる。

【0042】ここで、時刻nにおいて、状態S3, S2, S1, S0のパスメトリックを、 $m_n(S3)$, $m_n(S2)$, $m_n(S1)$, $m_n(S0)$ と定義する

となり、トリレス線図は、図11のようにになる。

20 【0047】再生データをyとすると、入力データから、 $y+0.5$, $-y+0.5$ を計算し、マージを判定する。

【0048】マージ0として、パスメトリックS2がパスメトリックS1より小さく、かつ、パスメトリックS0がパスメトリックS3より小さいとき、パスメトリックS3をパスメトリックS2、パスメトリックS2をパスメトリックS2-y+0.5、パスメトリックS1をパスメトリックS0、パスメトリックS0をパスメトリックS0+y+0.5とする。

30 【0049】また、マージ1として、パスメトリックS2がパスメトリックS1より小さく、かつ、パスメトリックS0がパスメトリックS3より大きいとき、パスメトリックS3をパスメトリックS2、パスメトリックS2をパスメトリックS2-y+0.5、パスメトリックS1をパスメトリックS0、パスメトリックS0をパスメトリックS3+y+0.5とする。

40 【0050】さらに、マージ2として、パスメトリックS2がパスメトリックS1より大きいとき、かつ、パスメトリックS0がパスメトリックS3より小さいとき、パスメトリックS3をパスメトリックS2、パスメトリックS2をパスメトリックS1-y+0.5、パスメトリックS1をパスメトリックS0、パスメトリックS0をパスメトリックS0+y+0.5とする。

50 【0051】さらに、マージ3として、パスメトリックS2がパスメトリックS1より大きいとき、かつ、パスメトリックS0がパスメトリックS3より大きいとき、パスメトリックS3をパスメトリックS2、パスメトリックS2をパスメトリックS1-y+0.5、パスメトリックS1をパスメトリックS0、パスメトリックS0をパスメトリックS3+y+0.5と

する。

【0052】その後、次に示す状態が発生することにより、パスはマージ、すなわち、パスが一本化し、対応する出力系列が得られる。図6にパスマージが発生する例を示す。

【0053】次の状態が発生したときにパスはマージする。

1. 連続した3状態が、(マージ0またはマージ2)→マージ2→マージ2の時、パスがS0にマージする。

2. 連続した3状態が、(マージ0またはマージ1)→マージ1→マージ1の時、パスがS2にマージする。

【0054】図6では、*の位置でパスがS0にマージしている。パスマージにより、過去へのパスが一本化し、そのパスの推移により、状態S0、S2に対して出力0とし、状態S1、S3に対して出力1とすることにより出力データ系列が得られる。図6では、“010010”なる出力データが得られている。

【0055】次に、本発明の波形成形手段の構成例を図12を用いて説明する。

【0056】図12は、波形成形手段の回路構成例を示している。3値入力81は、D-フリップフロップ85で1クロック遅延され、選択回路88の一方に入力する。同時に加算回路86でオフセット値入力82(AOF3~AOF0)と加算され、選択回路88の他方に入力する。選択回路88では入力信号をそのまま出力信号90として出力するか、加算回路86の加算結果を出力信号90として出力するかを選択信号計算回路87から出力される選択信号89により選択して出力する。選択信号計算回路87では、83(CGP0)と84(CGP1)により計算方法を変えて選択信号89の算出を行う。

【0057】すなわち、83が0かつ84が0のとき、選択信号は常に0となり、選択回路88では常に、D-フリップフロップ85の出力をそのまま出力する。

【0058】83が0かつ84が1のとき、82のMSBが1、0と続いたとき、すなわち、82は2'コンプリメントで示されているため、極性が-、+と連続したとき、その連続した2サンプルで加算回路86の加算結果を出力信号90として出力し、それ以外るとき、D-フリップフロップ85の出力をそのまま出力信号90として出力する。

【0059】83が1かつ84が0のとき、82のMSBが0、1と続いたとき、すなわち、極性が+、-と連続したとき、その連続した2サンプルで加算回路86の加算結果を出力信号90として出力し、それ以外るときD-フリップフロップ85の出力をそのまま出力信号90として出力する。

【0060】83が1かつ84が1のとき、82のMSBが1、0または、0、1と続いたとき、すなわち、極性が反転したとき、その連続した2サンプルで加算回路

86の加算結果を出力信号90として出力し、それ以外るときD-フリップフロップ85の出力をそのまま出力信号90として出力する。

【0061】このことにより前述したオフセット加算を実現することができる。また、図13に、83(CGP0)、84(CGP1)、82(AOF3~AOF0)の内容について示してある。

【0062】さて、以上は“H”レベルから“L”レベルまたは、“L”レベルから“H”レベルに移行する変化点で“H”レベルから“L”レベルないし“L”レベルから“H”レベルへのずれが発生する場合、そのずれの量が予め分かっている場合、予め定めたデータにより入力されたデータを補正するものである。

【0063】それに対して、記録符号の特徴を生かし、再生信号からずれを判定してデータを補正することもできる。

【0064】すなわち、図14に示す1、7符号の場合、最短連続ビット長が2、最長連続ビット長が8である。従って、PR(1,1)3値検出を行ったとき、“+1”ないし“-1”は連続1ビット以上かつ連続7ビット以下でなければならない。従って、再生データに“+1”または“-1”が0ビット出現するか、あるいは、連続8ビット以上出現したとき、それを判定してオフセット値を求める。ここで、0ビット出現するとは、例えば、“-1, -1, -1, 0”と入力された時に、“+1, 0, -1”と移行せず、“0, -1, -1”と移行してしまうことである。

【0065】0ビット出現時、それが“H”レベル側に出現したとき、“H”レベル側から“L”レベル側にオフセットが発生していると判定して全再生データに所定の正のオフセット値を加算する。また、“L”レベル側に出現したとき“L”レベル側から“H”レベル側にオフセットが発生していると判定して全再生データに所定の負のオフセット値を加算する。そしてその後、ビタビ復号によりデータ検出判定を行う。

【0066】また、8ビット以上出現時、それが“H”レベル側に出現したとき、“L”レベル側から“H”レベル側へオフセットが発生していると判定して、全再生データに所定の負のオフセット値を加算する。また、“L”レベル側に出現したとき“H”レベル側から“L”レベル側にオフセットが発生していると判定して全再生データに所定の正のオフセット値を加算する。そしてその後、ビタビ復号によりデータ検出判定を行う。

【0067】さらに、本実施の形態において、ずれの量を計算し、オフセット値を適応的に切り替えることが可能である。

【0068】再生データに“+1”または“-1”が0ビット出現した場合について示す。例えばPR(1,1)等化出力に、“-1, -1, -0.6, +0.4, -0.4, -1, -1”なる再生データが得られたとす

る。このとき、3値判定スレッシュホールドレベルを-0.5, +0.5とすると、3値判定結果は、“-1, -1, -1, 0, 0, -1, -1”となり、前述した再生データに“+1”が0ビット出現したという状況になる。従って、+側にオフセットを加える。本例では、“+0.2”を加えればよい。このとき、全再生データに加える方法と、変化点データのみに加える方法もある。変化点データのみに加える方法においては、立ち上がり変化点データのみに加える方法、立ち下がり変化点データのみに加える方法、立ち上がり／立ち下がり変化点データの両方に加える方法がある。

【0069】全データに加える方法では、“-0.8, -0.8, -0.4, +0.6, -0.2, -0.8, -0.8”となり、3値判定結果は、“-1, -1, 0, 1, 0, -1, -1”となる。また、立ち上がり／立ち下がり変化点データに加える方法では、加算した結果、極性が反転する前後のサンプルのみに加えるものとし、“-1, -1, -0.4, +0.6, -0.2, -1, -1”となり、同様の3値判定結果が得られる。さて、この0.2というオフセットデータであるが、再生データに0ビット出現がなくなるように、サンプルごとに最小値を計算してから加えてもよく、また、サンプルごとにその値を加えれば、0ビット出現がなくなる最小値の平均値を計算し、それを加えてもよい。

【0070】次に、再生データに“+1”または“-1”が8ビット出現した場合について示す。例えば、PR(1, 1)等化出力に、“-0.8, -0.4, +0.6, +1, +1, +1, +1, +1, +1, +1, +1, +0.4, -0.7”なる信号が得られたとする。このとき3値判定スレッシュホールドレベルを-0.5, +0.5とすると、3値判定結果は、“-1, 0, +1, +1, +1, +1, +1, +1, +1, +1, 0, -1”となり、前述した再生データに“+1”が8ビット出現した状況になる。従って、一側にオフセットを加える。この例では、“-0.2”を加えればよい。このとき、全再生データに加える方法があり、変化点のデータのみに加える方法もある。変化点データのみに加える方法においては、立ち上がり変化点データのみに加える方法、立ち下がり変化点データのみに加える方法、立ち上がり／立ち下がり変化点データの両方に加える方法がある。

【0071】全データに加える方法では、“-1, 0, -0.6, +0.4, +0.8, +0.8, +0.8, +0.8+0.8, +0.8, +0.8, +0.2, -0.9”となり、3値判定結果は、“-1, -1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, -1”となる。また、立ち上がり／立ち下がり変化点データに加える方法では、“-0.8, -0.6, +0.4, +1, +1, +1, +1, +1, +1, +0.2, -0.9”となり、同様の3値判定結果が得られる。さて、この-

0.2というオフセットデータであるが、再生データに8ビット出現がなくなるようにサンプルごとに最小値を計算してから加えてもよく、また、サンプルごとにその値を加えれば、8ビット出現がなくなる最小値の平均値を計算し、それを加えてもよい。

【0072】このようにして、適当な値をオフセットとして加えることにより、ビタビ復号と組み合わせるとき良好なビットエラーレートを得ることができる。

【0073】本発明は、もちろん図15に示した2, 7符号にも同様に適用することができる。その場合、最短連続ビット長が3, 最長連続ビット長が8である。従って、PR(1, 1)3値検出を行ったとき、“+1”または“-1”は連続2ビット以上かつ連続7ビット以下でなければならない。従って、再生データに、“+1”または“-1”が1ビット以下出現するか、あるいは連続8ビット以上出現したとき、それを判定してオフセット値を求める。ここで、“1ビット以下”の部分に関しては、前述した1, 7符号における“0ビット以下”を“1ビット以下”に拡張すればよく、また、“連続8ビット以上”の部分に関しては、1, 7符号と同様の復号方式が適用できる。

【0074】また、1, 7符号、2, 7符号に限らず、最短連続ビット長、最長連続ビット長が決まっている符号、即ちランレングスリミテッドコードには全てに適用できる。

【0075】NRZ系符号では、符号変換後、“0”ないし“1”の連続の最小値-1をd、最大値+1をkとし、NRZI系符号では、符号変換後、“1”と“-1”の間の“0”の最小値をd、最大値をkとする。ここで、PR(1, 1)3値検出を行なったとき、“+1”ないし“-1”は連続dビット以上かつ連続kビット以下でなければならない。従って、再生データに“+1”ないし“-1”が(d-1)ビット以下出現するか、あるいは連続(k+1)ビット以上出現したとき、それを判定してオフセット値を求める。ここで、“(d-1)ビット以下”の部分に関しては前述した1, 7符号における“0ビット以下”を“(d-1)ビット以下”に拡張すればよく、また“連続(k+1)ビット以上”の部分に関しては前述した1, 7符号における“8ビット以上”を“(k+1)ビット以上”に拡張すればよい。

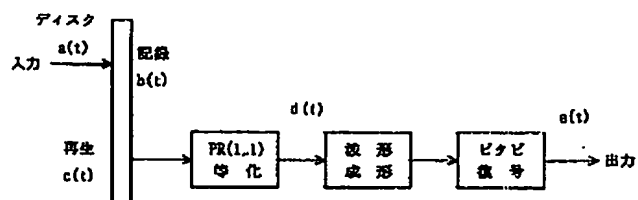
【0076】さらに、等化方式はPR(1, 1)に限らない。前記d, kなる記録符号に対して、例えばPR(1)2値検出を行ない、等化出力信号を“+1”、“-1”としたとき、“+1”ないし“-1”は連続(d+1)ビット以上かつ連続(k+1)ビット以下でなければならない。従って、再生データに“+1”ないし“-1”がdビット以下出現するか、あるいは連続(k+2)ビット以上出現したとき、それを判定してオフセット値を求める。ここで、“dビット以下”の部分に関しては前述した1, 7符号における“0ビット以

【0077】

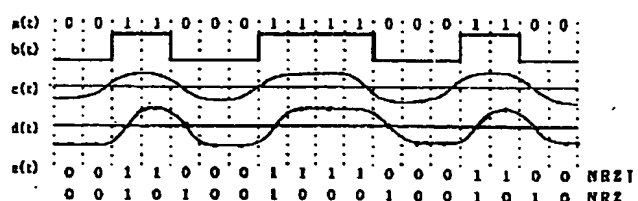
【図面の簡単な説明】

【図5】パーシャルレスポンス、PR (1, 1) + 3 値
検出におけるトリレス線図を示した図である。

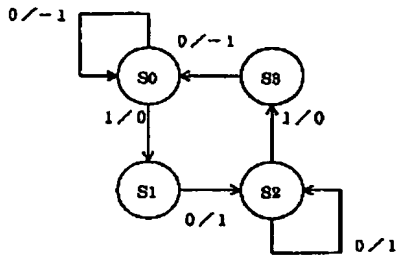
【图2】



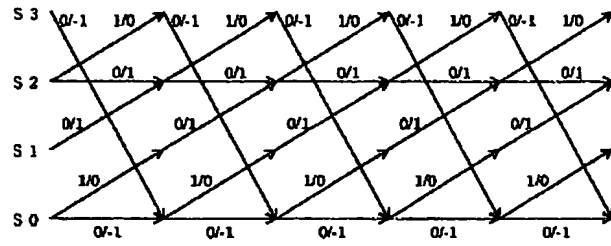
【图 3】



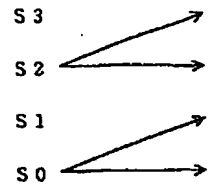
【図4】



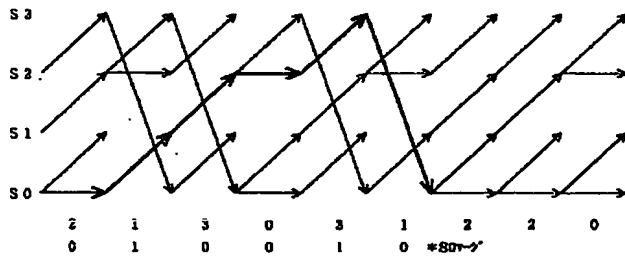
【図5】



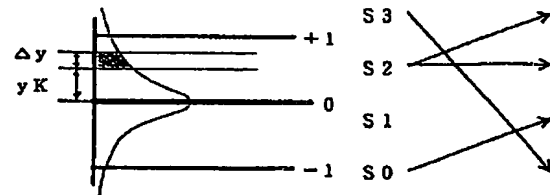
【図8】



【図6】

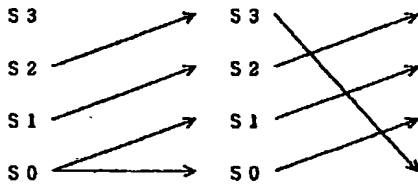


【図7】

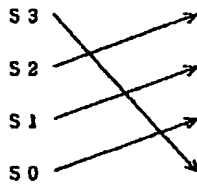


【図9】

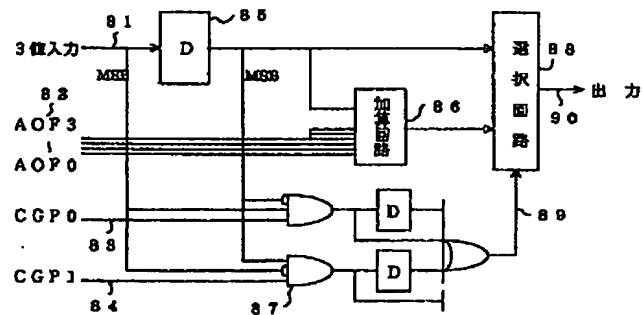
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

| ラベル名 | ビット数 | 内 容 |
|-----------|------|---|
| CGP1、CGP0 | 2 | 00: オフセット値加算OFF 01: +---でオフセット値加算 10: ---+でオフセット値加算 11: +---および---+でオフセット値加算 |
| AOP3~AOP0 | 4 | 加算するオフセット値 (2' コンプリメント) |

【図14】

| データビット | チャネルビット |
|--------|---------|
| 00 | 00X |
| 01 | 010 |
| 10 | 10X |
| 1100 | 000010 |
| 1101 | 00000X |
| 1110 | 100010 |
| 1111 | 10000X |

NRZ I 記録

X: 次のチャネルビットが
"0" の時、X="1"
"1" の時、X="0"

【図 15】

| データビット | チャンネルビット |
|--------|----------|
| 11 | 0100 |
| 10 | 1000 |
| 011 | 000100 |
| 010 | 001000 |
| 000 | 100100 |
| 0011 | 00100100 |
| 0010 | 00001000 |

NRZ 1 記録

【図 16】

